EduMathTec: Jurnal Pendidikan dan Teknologi Pembelajaran Matematika
Volume 3 (2) 16 – 30 November 2026

Fleksibilitas Representasional Mahasiswa dalam Memahami Kekontinuan dan Keterdiferensialan Fungsi

Fauziyyah Alimuddin[1*], Muhammad Ikram[1]
Matematika, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia
fauziyyah.alimuddin@unm.ac.id

Abstrak: Pemahaman kekontinuan dan keterdiferensialan fungsi menuntut mahasiswa untuk mengoordinasikan makna matematis pada representasi aljabar dan visual. Namun, keberhasilan pada satu bentuk representasi tidak selalu menunjukkan pemahaman yang sebanding pada bentuk representasi lainnya. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan respons mahasiswa terhadap representasi aljabar dan visual pada konsep kekontinuan dan keterdiferensialan, mengidentifikasi miskonsepsi yang muncul, serta menganalisis pola penalaran yang mendasari perbedaan cara memaknai kedua bentuk representasi tersebut. Penelitian menggunakan desain deskriptif yang mengintegrasikan analisis kuantitatif deskriptif dan analisis kualitatif tematik. Sebanyak 83 mahasiswa Pendidikan Matematika menyelesaikan enam tugas diagnostik yang terdiri atas tiga tugas aljabar dan tiga tugas visual. Wawancara semi-terstruktur dilakukan terhadap partisipan yang dipilih secara purposif berdasarkan variasi respons tertulis. Hasil menunjukkan bahwa proporsi jawaban benar pada tugas aljabar (25,7%) lebih tinggi daripada tugas visual (22,1%), sedangkan respons kosong lebih banyak muncul pada tugas visual (34,1%) dibandingkan tugas aljabar (29,7%). Perbedaan deskriptif ini menunjukkan bahwa kedua bentuk representasi menghasilkan pola respons yang berbeda. Analisis tematik mengidentifikasi lima pola penalaran, yaitu penalaran kontekstual yang benar, pemahaman formal parsial, penalaran formal-perseptual, penalaran visual intuitif, dan salah kaprah konseptual. Miskonsepsi yang menonjol berkaitan dengan penggunaan kehalusan grafik sebagai dasar keterdiferensialan dan pencampuran makna kekontinuan dengan keterdiferensialan. Temuan menunjukkan bahwa kesulitan mahasiswa tidak hanya berkaitan dengan penguasaan prosedur, tetapi juga dengan cara memaknai dan mengoordinasikan konsep pada representasi aljabar dan visual. Pembelajaran kalkulus perlu secara eksplisit melibatkan aktivitas membandingkan, mengonversi, dan menjustifikasi representasi aljabar dan visual..

Kata Kunci: : fleksibilitas representasional; kekontinuan; keterdiferensialan; representasi aljabar; representasi visual

Abstract: Understanding continuity and differentiability requires students to coordinate mathematical meaning across algebraic and visual representations. However, successful performance in one representation does not necessarily imply comparable understanding in another. This study aimed to describe students' responses to algebraic and visual representations of continuity and differentiability, identify emerging misconceptions, and examine the reasoning underlying differences in how these concepts were interpreted across representations. A descriptive design integrating quantitative descriptive analysis and qualitative thematic analysis was employed. Eighty-three undergraduate mathematics education students completed six diagnostic tasks comprising three algebraic and three visual tasks. Semi-structured interviews were conducted with purposively selected participants representing variations in written responses. The findings showed that the proportion of correct responses was higher for algebraic tasks (25.7%) than for visual tasks (22.1%), whereas blank responses were more frequent in visual tasks (34.1%) than in algebraic tasks (29.7%). These descriptive differences indicate that the two forms of representation elicited different response patterns. Thematic analysis identified five reasoning patterns: contextually appropriate reasoning, formal understanding partial, formal-perceptual reasoning, intuitive visual reasoning, and conceptual confusion. The most prominent misconceptions involved treating graph smoothness as sufficient evidence of differentiability and conflating continuity with differentiability. The findings suggest that students' difficulties are related not only to procedural knowledge but also to how conceptual meaning is interpreted and coordinated across algebraic and visual representations.

Calculus instruction should therefore explicitly engage students in comparing, converting, and justifying algebraic and visual representations.

Keywords: representational flexibility; continuity; differentiability; algebraic representation; visual representation

Received: 20 Oktober 2026 ; **Accepted: 27 Oktober 2026** ; **Published: 5 November 2026**

Citation: Alimuddin, F., & Ihram, M. (2026). Fleksibilitas Representasional Mahasiswa dalam Memahami Kekontinuan dan Keterdiferensialan Fungsi*. EcuMathTec : Jurnal Pendidikan dan Teknologi Pembelajaran Matematika*, *3*(2), 16 – 30. https://doi.org/xxxxxx.

Published by Magister Pendidikan Matematika Universitas Terbuka. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Pemahaman matematika yang mendalam tidak hanya bergantung pada kemampuan melakukan prosedur atau perhitungan, tetapi juga pada kemampuan menerjemahkan, menafsirkan, dan menghubungkan ide-ide matematis dalam berbagai bentuk representasi. Representasi matematis memungkinkan suatu konsep dipahami melalui simbol, grafik, tabel, maupun bentuk penyajian lain yang saling melengkapi (Mainali, 2020; Ünal dkk., 2023). Ketika mahasiswa mengalami kesulitan dalam menginterpretasikan konsep dari satu bentuk representasi ke bentuk lainnya, pemahaman yang terbentuk dapat menjadi parsial dan kurang terintegrasi (Utami dkk., 2024). Oleh karena itu, keterhubungan antarrepresentasi menjadi aspek penting dalam memahami struktur konseptual matematika.

Dampak dari konstruksi pemahaman yang belum matang ini terlihat dalam pembelajaran kalkulus, terutama pada konsep kekontinuan dan keterdiferensialan fungsi. Penguasaan konsep ini menuntut mahasiswa untuk menghubungkan definisi formal berbasis limit dengan makna geometrisnya. Sayangnya, mahasiswa yang bisa mengoperasikan turunan secara aljabar masih mengalami kesulitan dalam menginterpretasikannya secara grafik (Ahmad Bakri dkk., 2021; Rodríguez-Nieto dkk., 2023). Duru dkk (2010) juga menunjukkan bahwa ketika konsep disajikan secara grafis, terdapat banyak ketidakkonsistenan konsepsi pada mahasiswa, seolah-olah konsep aljabar dan grafis adalah dua hal yang berbeda. Akibatnya, muncul miskonsepsi mendasar, seperti menganggap kurva yang tampak halus pasti bisa diturunkan, atau mengira bahwa fungsi yang tidak terdiferensialkan otomatis tidak kontinu (Ikram & Muzaini, 2022).

Ketidakkonsistenan tersebut menjadi bukti nyata bahwa pembelajaran matematika harus memfasilitasi keterhubungan yang kuat antara ekspresi simbolik dan esensi konseptual di baliknya. Kendati demikian, dominasi aktivitas kelas yang bersifat prosedural-repetitif sering kali mengisolasi pemahaman mahasiswa hanya pada satu format representasi simbolik tertentu saja. Akibat keterbatasan ragam visual ini, penguasaan materi yang awalnya tampak solid akan langsung terfragmentasi begitu format soal bergeser ke modalitas representasi non-simbolik yang berbeda (Djannah dkk., 2024). Merujuk pada situasi ini, kapasitas mahasiswa dalam menjaga konsistensi konsep saat melakukan translasi antarrepresentasi adalah dasar dari fleksibilitas berpikir matematis (Wibawa, 2019). Dengan demikian, masalah mendasarnya bukanlah keahlian mekanis mahasiswa dalam menuntaskan komputasi, melainkan sejauh mana mereka mampu menjaga konsistensi konsep dasar matematika di tengah dinamisnya perubahan visual dan bentuk penyajian masalah.

Dalam penelitian ini, fleksibilitas representasional dimaknai sebagai kemampuan mahasiswa untuk mempertahankan dan mengoordinasikan makna konseptual ketika suatu konsep disajikan dalam bentuk representasi yang berbeda, khususnya representasi aljabar dan visual. Konstruk ini berkaitan dengan, tetapi tidak identik dengan, *representational fluency* dan *mathematical flexibility*. *Representational fluency* merujuk pada kemampuan yang lebih luas untuk membuat, menafsirkan, dan menghubungkan berbagai representasi matematis (Fonger, 2019). Sementara itu, *mathematical flexibility* mencakup kemampuan memilih, menyesuaikan, dan menggunakan strategi atau representasi yang sesuai dengan tuntutan masalah (Hickendorff dkk., 2022; Hong dkk., 2023). Menariknya, peran krusial dari kecakapan ini tidak hanya ditemukan pada tingkat lanjut. Bahkan pada fase pendidikan dasar, kemampuan siswa dalam mengilustrasikan masalah terbukti menjadi faktor penentu keberhasilan mereka dalam memahami dan menuntaskan soal, sekalipun terdapat perbedaan karakteristik dan tingkat kerumitan objek yang mendasar dibanding dengan topik Kalkulus di jenjang perkuliahan (Hariyani dkk., 2023). Dengan demikian, fleksibilitas representasional dalam penelitian ini digunakan secara lebih spesifik untuk menelaah bagaimana mahasiswa memaknai dan mengoordinasikan konsep kekontinuan dan keterdiferensialan pada representasi aljabar dan visual. Secara operasional, fleksibilitas representasional ditelaah melalui: (1) pola respons mahasiswa pada tugas aljabar dan visual, (2) kemampuan menghubungkan kondisi formal dengan ciri visual, dan (3)

konsistensi makna konseptual yang tampak dalam jawaban tertulis dan penjelasan wawancara.

Representasi visual memiliki peran khusus karena memungkinkan sifat suatu fungsi diamati melalui bentuk, perubahan kemiringan, diskontinuitas, dan perilaku lokal grafik. Rif'at (2018) menunjukkan pentingnya visual imagery dalam membantu proses analitis matematis, lalu Rif'at dkk (2024) menekankan bahwa kemampuan visual mendukung pembentukan representasi konseptual. Namun, representasi visual juga dapat memicu penilaian intuitif yang keliru apabila mahasiswa hanya mengandalkan tampilan grafik tanpa menghubungkannya dengan definisi formal. Karena itu, keterhubungan antara representasi simbolik dan visual menjadi penting dalam pembelajaran kalkulus.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa mahasiswa dapat mengalami kesalahan ketika menerjemahkan representasi simbolik ke bentuk verbal dan grafis (Nurrahmawati dkk., 2021). Translasi antara representasi simbolik dan visual juga menuntut mahasiswa mempertahankan makna ketika format penyajian berubah (Putra dkk., 2018). Pada konsep kekontinuan dan keterdiferensialan, pemahaman yang utuh menuntut koordinasi antara nilai fungsi, limit kiri dan kanan, bentuk grafik, serta interpretasi gradien garis singgung. Duru (2010) secara khusus menunjukkan bahwa hubungan antara kekontinuan dan keterdiferensialan dapat dipahami secara berbeda ketika mahasiswa berpindah antara representasi grafis dan simbolik. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan prosedural pada satu representasi tidak secara otomatis menjamin keberhasilan pada representasi lain.

Kekontinuan dan keterdiferensialan merupakan konteks yang penting untuk menelaah fleksibilitas representasional karena kedua konsep tersebut menuntut koordinasi antara definisi formal dan berbagai bentuk interpretasi. Pada kekontinuan, mahasiswa perlu menghubungkan nilai fungsi dengan limit kiri dan kanan, sedangkan pada keterdiferensialan mereka perlu mengoordinasikan keberadaan turunan dengan perilaku lokal grafik dan kemiringan garis singgung. Penelitian menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa terhadap konsep kalkulus dapat dipengaruhi oleh ketidaksesuaian antara gambaran konseptual dan definisi formal, serta oleh kesulitan menghubungkan informasi grafis dengan representasi simbolik (Tall & Vinner, 1981; Ubuz, 2007). Dalam konteks kalkulus, koordinasi beberapa representasi karena itu bukan hanya persoalan penyajian, tetapi menjadi bagian dari bagaimana mahasiswa membangun dan mempertahankan makna suatu konsep.

Kajian mengenai representasi dalam pembelajaran matematika telah menunjukkan bahwa fleksibilitas tidak hanya berkaitan dengan kemampuan menggunakan lebih dari satu bentuk representasi, tetapi juga dengan kemampuan memilih, menghubungkan, dan menyesuaikan representasi terhadap karakteristik tugas dan konteks pemecahan masalah. Acevedo Nistal dkk. (2009) menekankan bahwa fleksibilitas representasional mencakup pertimbangan terhadap karakteristik representasi, individu, dan konteks ketika suatu representasi digunakan. Dalam pembelajaran kalkulus, penggunaan representasi yang berbeda juga dapat menghasilkan peluang belajar yang berbeda; misalnya, pendekatan grafis dapat membantu mahasiswa menelaah hubungan antara fungsi dan turunannya, tetapi keberhasilannya bergantung pada kemampuan menghubungkan informasi visual dengan struktur matematis yang relevan (Asiala dkk., 1997). Oleh karena itu, masih diperlukan kajian yang secara khusus menelaah bagaimana mahasiswa mempertahankan makna konseptual ketika konsep yang sama disajikan melalui representasi aljabar dan visual.

Berdasarkan persoalan tersebut, penelitian ini memfokuskan perhatian pada bagaimana mahasiswa memaknai konsep kekontinuan dan keterdiferensialan ketika disajikan dalam representasi aljabar dan visual. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang memetakan pemahaman dan miskonsepsi mahasiswa pada beberapa bentuk representasi (Arsyad dkk., 2026), penelitian ini secara khusus menelaah perbedaan pola respons pada representasi aljabar dan visual serta pola penalaran yang mendasarinya. Fokus ini diarahkan untuk memperoleh gambaran yang lebih spesifik mengenai fleksibilitas

representasional mahasiswa dalam mempertahankan makna konseptual ketika bentuk penyajian berubah. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mendeskripsikan respons mahasiswa pada representasi aljabar dan visual dalam memahami konsep kekontinuan dan keterdiferensialan fungsi, (2) mengidentifikasi miskonsepsi yang muncul pada kedua bentuk representasi tersebut, serta (3) menganalisis pola penalaran yang mendasari perbedaan cara mahasiswa memaknai konsep pada representasi aljabar dan visual. Hasil penelitian diharapkan memberikan bukti empiris mengenai titik-titik kesulitan mahasiswa ketika menghadapi dua bentuk representasi pada konsep kalkulus yang sama dan memberikan dasar bagi desain pembelajaran yang lebih terintegrasi.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif dengan dua komponen analisis yang saling melengkapi. Jawaban tertulis dianalisis secara kuantitatif deskriptif menggunakan frekuensi dan persentase respons benar, salah, dan kosong pada tugas aljabar dan visual. Data wawancara dianalisis secara kualitatif tematik untuk menjelaskan alasan, miskonsepsi, dan pola penalaran yang mendasari respons tertulis. Kedua komponen tersebut diintegrasikan pada tahap interpretasi dengan membandingkan pola respons deskriptif dengan bukti kualitatif dari penjelasan mahasiswa. Dengan demikian, hasil kuantitatif digunakan untuk menggambarkan distribusi respons, sedangkan hasil kualitatif digunakan untuk memperdalam pemaknaan terhadap respons tersebut.

Penelitian ini dilaksanakan pada Program Studi Pendidikan Matematika di salah satu universitas negeri di Indonesia. Konteks ini dipilih karena partisipan telah memperoleh pembelajaran Kalkulus Diferensial dan memiliki pengalaman awal dengan konsep kekontinuan dan keterdiferensialan fungsi. Fokus penelitian diarahkan pada mahasiswa calon guru matematika karena kemampuan menghubungkan representasi formal dan visual merupakan bagian penting dari pemahaman konsep yang kelak akan mereka ajarkan. Pengumpulan data dilakukan dalam konteks akademik reguler program studi. Penelitian berfokus pada jawaban tertulis mahasiswa dan penjelasan verbal pada wawancara, bukan pada observasi proses pembelajaran kelas. Dengan batasan tersebut, interpretasi hasil diarahkan pada cara mahasiswa merespons tugas representasional yang diberikan.

Konteks calon guru matematika memberikan dasar yang relevan untuk menelaah bagaimana pemahaman kalkulus dipertahankan ketika bentuk representasi berubah. Temuan penelitian karena itu diposisikan sebagai gambaran kontekstual pada kelompok partisipan yang diteliti, bukan sebagai generalisasi terhadap seluruh mahasiswa pendidikan matematika.

Peserta

Partisipan penelitian terdiri atas 83 mahasiswa tahun kedua Program Sarjana Pendidikan Matematika pada salah satu universitas negeri di Indonesia. Partisipan berada pada rentang usia 19–20 tahun dengan rata-rata Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) 3,5. Informasi IPK disajikan hanya sebagai karakteristik akademik partisipan dan tidak digunakan sebagai indikator kemampuan kognitif atau pemahaman kalkulus.

Partisipan tes tertulis direkrut dari mahasiswa tahun kedua yang memenuhi kriteria telah menempuh Kalkulus Diferensial dan bersedia mengikuti penelitian. Pemilihan secara purposif terutama diterapkan pada tahap wawancara, karena subjek wawancara dipilih berdasarkan pola respons tertulis yang relevan dengan tujuan eksplorasi. Dengan demikian, pemilihan subjek wawancara diarahkan untuk memperoleh variasi pola pemahaman, bukan untuk menghasilkan estimasi populasi.

Untuk memperoleh data yang lebih mendalam, wawancara lanjutan dilakukan terhadap sebagian partisipan yang dipilih secara purposif berdasarkan variasi respons tertulis. Pemilihan mempertimbangkan respons yang menunjukkan jawaban benar dengan alasan yang berbeda, indikasi miskonsepsi, jalur penalaran yang tidak terduga, atau ketidaksesuaian antara interpretasi aljabar dan visual. Strategi ini digunakan untuk

memperoleh variasi penalaran yang tidak dapat dijelaskan hanya melalui hasil tertulis. Data wawancara digunakan untuk memperdalam interpretasi respons mahasiswa dan tidak digunakan untuk menghasilkan estimasi proporsi populasi.

Instrumen Penelitian

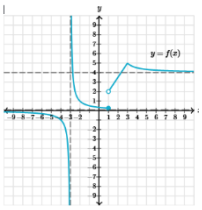
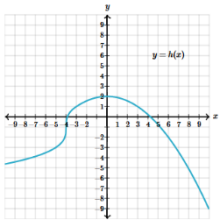
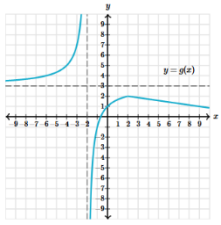
Instrumen penelitian terdiri atas enam butir tugas diagnostik representasional, yaitu tiga tugas aljabar dan tiga tugas visual, yang digunakan untuk mengkaji pemahaman mahasiswa terhadap konsep kekontinuan dan keterdiferensialan fungsi. Keenam butir tersebut merupakan bagian dari instrumen multi-representasi yang telah dikembangkan dan divalidasi pada penelitian sebelumnya (Arsyad dkk., 2026). Dalam penelitian ini, analisis difokuskan secara khusus pada representasi aljabar dan visual sesuai dengan tujuan penelitian.

Tiga tugas aljabar menggunakan fungsi potongan dan meminta mahasiswa menentukan kekontinuan serta keterdiferensialan fungsi pada titik tertentu. Tugas-tugas tersebut menuntut mahasiswa mengoordinasikan nilai fungsi, limit kiri dan kanan, serta kondisi keberadaan turunan melalui ekspresi simbolik. Sementara itu, tiga tugas visual menyajikan grafik fungsi dengan karakteristik seperti asimtot, sudut tajam, atau perubahan perilaku lokal. Pada bagian ini, mahasiswa diminta mengidentifikasi titik yang tidak terdiferensial dan menafsirkan hubungan antara bentuk grafik, kekontinuan, dan makna geometris turunan.

Instrumen asal memuat 11 butir yang mencakup representasi aljabar, visual, tabular, dan kontekstual. Kelayakan isi instrumen ditelaah oleh tiga ahli, terdiri atas dua dosen kalkulus dan satu ahli pendidikan matematika. Penelaahan mencakup ketepatan konsep, kejelasan bentuk representasi, dan kesesuaian butir dengan capaian pembelajaran. Sebelum digunakan dalam penelitian utama, instrumen juga diuji coba pada 52 mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah kalkulus. Hasil uji coba menunjukkan bahwa seluruh butir memiliki korelasi item-total di atas 0,30, sedangkan reliabilitas instrumen lengkap yang terdiri atas 11 butir menghasilkan nilai Cronbach's alpha sebesar 0,78 (Arsyad dkk., 2026).

Tabel 1. Instrumen Penelitian

Instrumen	**Fokus/Subkonsep yang diukur**
Task 1 Jika diberikan $f(x) = \begin{cases} -x^2 + 3x, x \leq 2 \\ 3x^2 - 10, x > 2 \end{cases}$ Apakah fungsi yang diberikan kontinu atau terdifferensial di $x = 2$	Kontinuitas dan diferensiabilitas fungsi aljabar
Task 2 Jika diberikan $h(x) = \begin{cases} 2x^2 - x, x > 0 \\ -x, x \leq 0 \end{cases}$ Apakah fungsi $h(x)$ kontinu dan terdifferensial di $x = 0$	
Task 3 Jika diberikan $i(x) = \begin{cases} 2x^2 - x, x \leq 2 \\ 8x - 22, x > 2 \end{cases}$ Apakah fungsi $h(x)$ kontinu dan terdifferensial di $x = 0$	
Task 4	

	Fungsi f digambarkan sebagai berikut. Garis putus-putis merepresentasikan asimtot. Tentukan titik x yang mengakibatkan f tidak terdifferensial	Identifikasi titik yang tidak dapat diturunkan *(non-differentiable)*; limit kiri dan limit kanan; kontinuitas visual
	Task 5 Fungsi h ditunjukkan pada gambar. Grafik h memiliki garis tangen di $x = 4$. Tentukan titik x yang mengakibatkan f tidak terdifferensial	
	Task 6 Fungsi g ditunjukkan pada gambar. Garis putus-putus merepresentasikan asimtot. Tentukan titik x yang mengakibatkan f tidak terdifferensial	

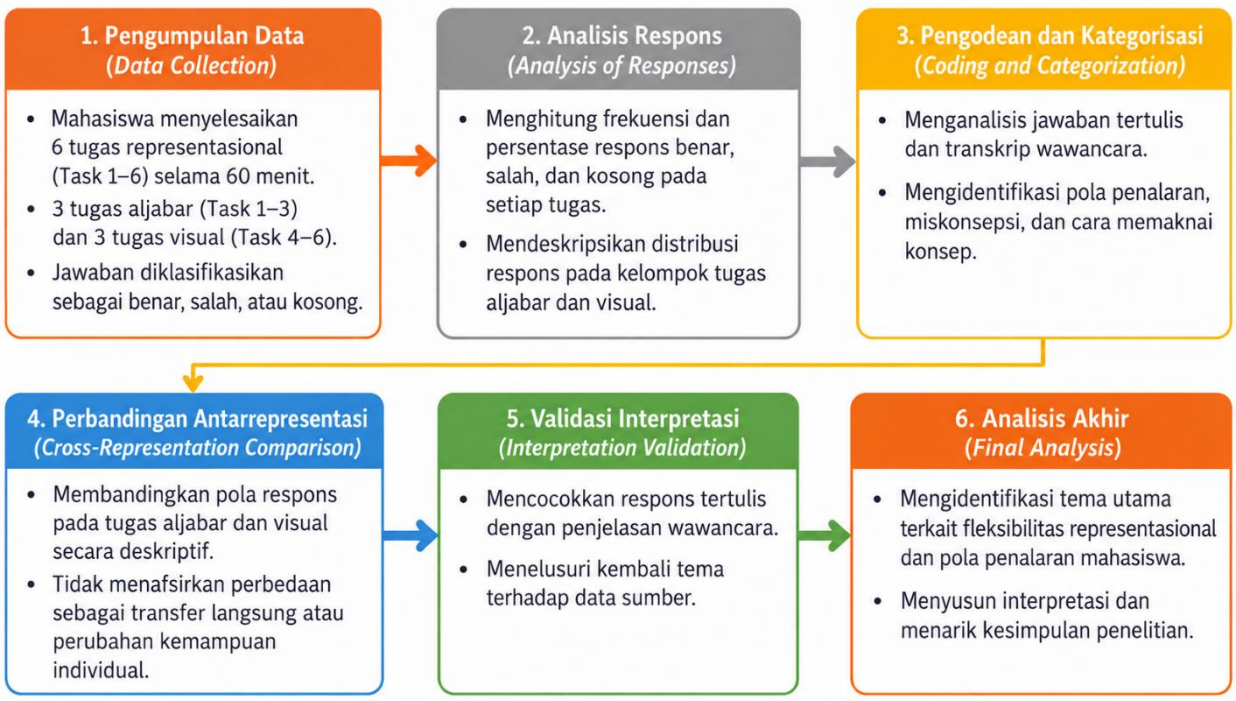
Prosedur

Prosedur pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua tahap utama, yaitu tes tertulis representasional dan wawancara mendalam. Kedua tahap ini dirancang secara berurutan untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai fleksibilitas representasional mahasiswa dalam memahami konsep kekontinuan dan keterdiferensialan fungsi.

Pada tahap pertama, mahasiswa menyelesaikan enam tugas representasional (Task 1–6) secara individual selama 60 menit di ruang perkuliahan. Tiga tugas pertama menggunakan representasi aljabar, sedangkan tiga tugas berikutnya menggunakan representasi visual. Jawaban diklasifikasikan sebagai benar, salah, atau kosong. Data tersebut digunakan untuk mendeskripsikan distribusi respons pada setiap tugas dan pada masing-masing kelompok representasi. Tugas aljabar dan visual mengkaji konsep yang berkaitan, yaitu kekontinuan dan keterdiferensialan fungsi, tetapi tidak dirancang sebagai pasangan butir yang ekuivalen dalam tingkat kesulitan. Oleh karena itu, perbandingan kedua kelompok tugas dibatasi pada analisis deskriptif dan tidak digunakan untuk menyimpulkan transfer langsung antarrepresentasi atau perubahan kemampuan individual.

Tahap kedua menggunakan wawancara semi-terstruktur terhadap sebagian partisipan yang dipilih berdasarkan variasi respons tertulis. Wawancara bertujuan menggali alasan di balik strategi penyelesaian, cara mahasiswa menafsirkan hubungan kekontinuan dan keterdiferensialan, serta dasar yang digunakan ketika membaca ciri visual grafik. Pertanyaan wawancara bersifat terbuka dan diarahkan untuk memperjelas respons tertulis, misalnya dengan meminta mahasiswa menjelaskan alasan suatu fungsi dianggap kontinu atau tidak kontinu, menafsirkan titik yang tidak terdiferensial pada grafik, serta menjelaskan dasar pemilihan strategi penyelesaian. Seluruh wawancara direkam dengan persetujuan partisipan dan kemudian ditranskripsi untuk mendukung analisis penalaran mahasiswa. Identitas partisipan tidak dicantumkan dalam pelaporan hasil penelitian. Secara keseluruhan, prosedur penelitian dilaksanakan melalui enam tahap yang mencakup pengumpulan data, analisis respons, pengodean dan kategorisasi, perbandingan

antarrepresentasi, validasi interpretasi, serta analisis akhir. Rangkaian tahapan tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Prosedur Penelitian

Analisis Data

Analisis data dilakukan dalam dua tahap. Pertama, jawaban tertulis dianalisis secara kuantitatif deskriptif menggunakan frekuensi dan persentase respons benar, salah, dan kosong pada setiap tugas serta pada masing-masing kelompok representasi. Setiap kelompok representasi terdiri atas tiga tugas yang dikerjakan oleh 83 partisipan, sehingga terdapat 249 peluang respons untuk tugas aljabar dan 249 peluang respons untuk tugas visual. Persentase pada masing-masing kelompok dihitung dengan membagi jumlah respons pada kategori tertentu dengan 249, kemudian dikalikan 100. Kedua, data wawancara dianalisis secara kualitatif tematik untuk mengidentifikasi pola penalaran, bentuk miskonsepsi, dan cara mahasiswa memaknai konsep pada representasi aljabar dan visual.

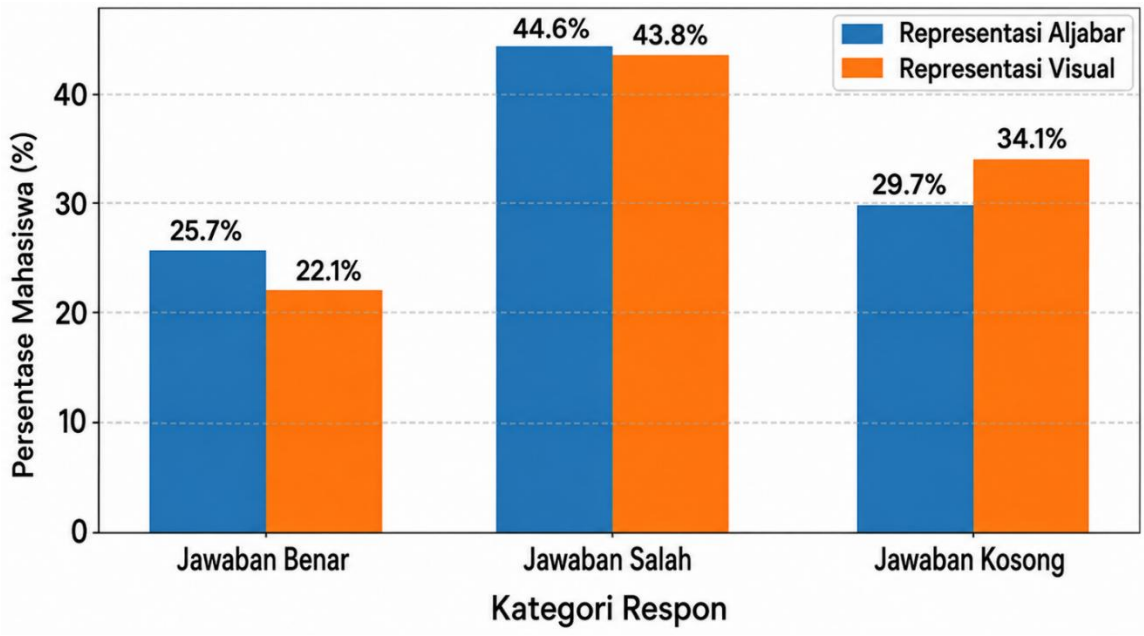
Data wawancara ditranskripsi dan dianalisis bersama jawaban tertulis mahasiswa. Pengodean awal dilakukan oleh satu peneliti terhadap pernyataan atau strategi yang menunjukkan keterhubungan makna, ketergantungan prosedural, penggunaan ciri visual intuitif, atau pencampuran konsep kekontinuan dan keterdiferensialan. Kode-kode awal kemudian dibandingkan secara iteratif antarkasus untuk mengidentifikasi pola yang berulang. Kode yang memiliki kesamaan makna dikelompokkan ke dalam tema konseptual yang lebih luas. Lima pola utama yang diperoleh adalah penalaran kontekstual yang benar, pemahaman formal parsial, penalaran formal-perseptual, penalaran visual intuitif, dan salah kaprah konseptual. Tema dipertahankan apabila didukung oleh bukti yang konsisten dari respons tertulis dan/atau penjelasan wawancara

Interpretasi dilakukan dengan membandingkan hasil deskriptif dan tema wawancara dalam kerangka fleksibilitas representasional. Keabsahan interpretasi dijaga melalui pencocokan antara respons tertulis dan penjelasan wawancara serta penelusuran kembali tema terhadap data sumber. Karena pengodean dilakukan oleh satu peneliti, penelitian ini tidak menggunakan ukuran kesepakatan antarpenilai.

Gabungan analisis deskriptif dan tematik digunakan untuk menunjukkan dua aspek yang berbeda: distribusi respons pada tugas aljabar dan visual dan penjelasan konseptual yang mendasarinya.

HASIL

Analisis jawaban mahasiswa pada representasi aljabar (Task 1–3) dan representasi visual (Task 4–6) menunjukkan adanya perbedaan pola respons pada kedua bentuk representasi. Mahasiswa memperoleh proporsi jawaban benar yang lebih tinggi pada tugas aljabar dibandingkan tugas visual, sedangkan respons kosong lebih banyak muncul pada tugas visual. Temuan ini menunjukkan bahwa representasi aljabar dan visual menghadirkan tuntutan yang berbeda dalam memahami konsep kekontinuan dan keterdiferensialan. Ringkasan distribusi respons mahasiswa pada kedua representasi ditunjukkan pada Gambar 2.

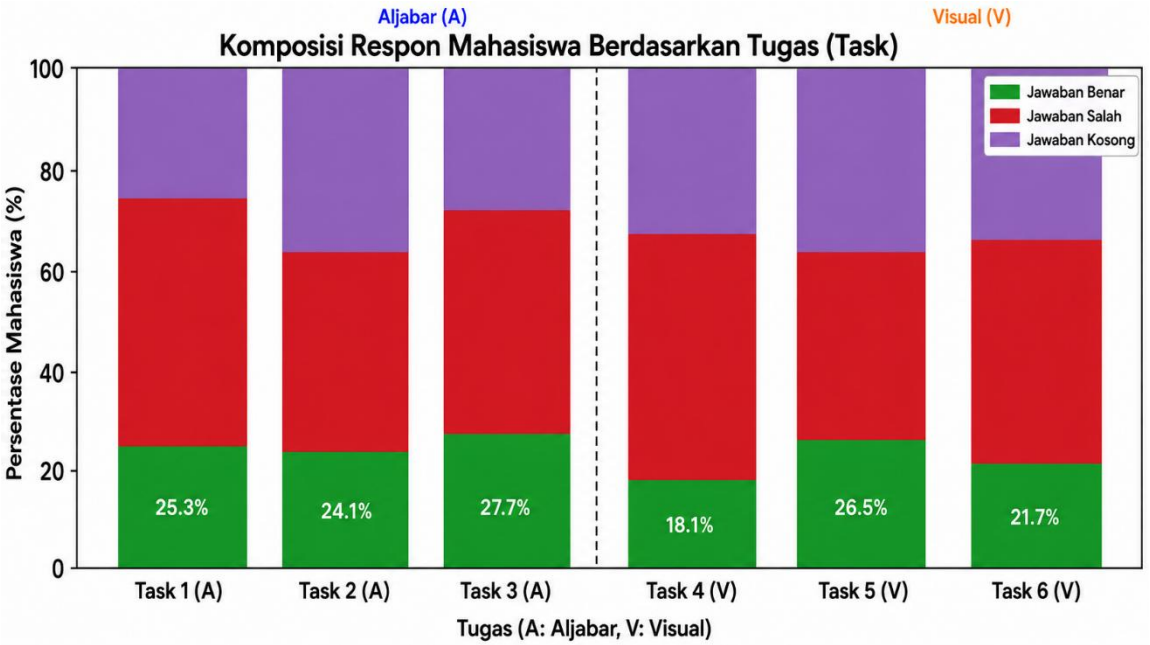


Gambar 2. *Kesenjangan Performa antar Representasi*

Secara deskriptif, proporsi jawaban benar pada tugas aljabar mencapai 25,7%, sedangkan pada tugas visual sebesar 22,1%. Proporsi respons kosong pada tugas aljabar adalah 29,7% dan meningkat menjadi 34,1% pada tugas visual. Persentase tersebut dihitung dari 249 peluang respons pada masing-masing kelompok representasi, yaitu 83 mahasiswa yang mengerjakan tiga tugas aljabar dan tiga tugas visual. Dengan demikian, perbandingan ini menunjukkan perbedaan distribusi respons antara kedua bentuk representasi, tanpa dimaknai sebagai bukti langsung bahwa perubahan representasi menyebabkan penurunan performa pada tingkat individual.

Rincian per Tugas

Analisis per tugas memperlihatkan variasi respons pada setiap butir. Rincian komposisi jawaban benar, salah, dan kosong pada Task 1–6 ditampilkan pada Gambar 3. Perbedaan antartugas diperlakukan secara deskriptif karena penelitian ini tidak melakukan uji inferensial untuk membandingkan tingkat kesulitan antarbutir.



Gambar 3. *Komposisi Respons Mahasiswa per Tugas (Task 1-6)*

Gambar 3 memperlihatkan komposisi respons benar, salah, dan kosong pada masing-masing tugas. Pada kelompok tugas aljabar, proporsi jawaban benar adalah 25,3% pada Task 1, 24,1% pada Task 2, dan 27,7% pada Task 3. Pada kelompok tugas visual, proporsi jawaban benar adalah 18,1% pada Task 4, 26,5% pada Task 5, dan 21,7% pada Task 6. Task 3 memiliki proporsi jawaban benar tertinggi, sedangkan Task 4 memiliki proporsi jawaban benar terendah. Gambar tersebut juga menunjukkan bahwa komposisi respons salah dan kosong berbeda pada setiap tugas, sehingga pola respons mahasiswa tidak seragam baik di dalam maupun di antara kedua bentuk representasi..

Variasi tersebut menunjukkan bahwa kesulitan mahasiswa tidak muncul secara seragam pada seluruh tugas. Pada tugas visual, khususnya Task 4, respons tertulis dan hasil wawancara menunjukkan bahwa sebagian mahasiswa menggunakan ciri tampilan grafik, seperti kehalusan garis, sebagai dasar untuk menentukan keterdiferensialan tanpa selalu menghubungkannya dengan kondisi formal. Temuan ini selanjutnya diperdalam melalui analisis pola penalaran mahasiswa

Untuk memperdalam pemahaman terhadap pola respons yang muncul pada tugas aljabar dan visual, data wawancara dianalisis secara tematik. Analisis ini mengidentifikasi lima pola penalaran utama, yaitu penalaran kontekstual yang benar, pemahaman formal parsial, penalaran formal-perseptual, penalaran visual intuitif, dan salah kaprah konseptual. Kelima pola tersebut menggambarkan variasi cara mahasiswa menjelaskan, menjustifikasi, dan menghubungkan makna kekontinuan serta keterdiferensialan pada representasi aljabar dan visual. Ringkasan tema, kutipan representatif, dan interpretasinya disajikan pada Tabel 2

Tabel 2. *Pola Penalaran Mahasiswa Mengenai Kekontinuan dan Keterdiferensialan Fungsi*

Tema Kognitif	Kutipan representatif	Interpretasi Konseptual
Penalaran Kontekstual yang Benar	"Ada sudut tajam, jadi arah perubahan tidak satu (limit kiri ≠ limit kanan)."	Pemahaman terintegrasi (*representational coherence*): Menghubungkan ciri visual (sudut tajam) dengan makna matematis formal (limit turunan)
Pemahaman Formal Parsial	"Limit kiri dan kanan sama, jadi fungsi terdiferensial."	Menunjukkan penggunaan gagasan limit sebagai dasar penalaran formal, tetapi belum sepenuhnya

		membedakan syarat kekontinuan dan keterdiferensialan (*representationally bounded*).
Penalaran Formal–Perseptual	"Limitnya sama, dan garisnya halus, jadi bisa diturunkan."	Koneksi parsial: Upaya mengaitkan representasi, tetapi gagal memahami bahwa kehalusan grafik tidak selalu menjamin syarat limit dua sisi turunan.
Penalaran visual intuitif	"Grafiknya halus, jadi pasti bisa diturunkan."	Miskonsepsi berbasis intuisi: Mengandalkan ciri visual yang dangkal sebagai satu-satunya penentu keterdiferensialan.
Salah Kaprah Konseptual	"Fungsinya tidak halus, jadi tidak kontinu."	Miskonsepsi konseptual: mencampuradukkan atau menyamakan kekontinuan dan keterdiferensialan.

DISKUSI

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan pola respons antara tugas aljabar dan visual. Secara deskriptif, proporsi jawaban benar pada tugas aljabar lebih tinggi daripada tugas visual, sedangkan respons kosong lebih banyak muncul pada tugas visual. Temuan ini menunjukkan bahwa dua bentuk representasi tersebut menghadirkan tuntutan yang berbeda dalam memahami kekontinuan dan keterdiferensialan. Hasil ini sejalan dengan kajian yang menunjukkan bahwa mahasiswa dapat memperlakukan representasi simbolik dan visual sebagai bentuk pengetahuan yang belum sepenuhnya terhubung (Muzangwa & Ogbonnaya, 2022). Pada konteks kekontinuan dan keterdiferensialan, kesulitan menghubungkan representasi grafis dan simbolik juga telah dilaporkan pada calon guru matematika (Duru dkk., 2010; Ikram & Muzaini, 2022).

Proporsi respons kosong yang lebih tinggi pada tugas visual dapat mengindikasikan bahwa sebagian mahasiswa mengalami kesulitan ketika harus mengekstraksi informasi matematis dari grafik dan menghubungkannya dengan kondisi formal. Interpretasi grafik pada konsep turunan tidak hanya menuntut pengenalan ciri visual, tetapi juga koordinasi antara kemiringan, perubahan lokal, perilaku garis singgung, dan makna simbolik turunan (Khotimah dkk., 2026; Ozaltun-Celik, 2021). Penelitian pada mahasiswa juga menunjukkan bahwa pemaknaan kekontinuan dan keterdiferensialan melalui grafik dapat menghadirkan kesulitan ketika informasi visual tidak terhubung secara memadai dengan struktur konseptual formal (Ikram & Muzaini, 2022; Nasrun & Ikram, 2023). Kesulitan dalam menentukan keterdiferensialan dan menghubungkan fungsi dengan grafik turunannya juga masih ditemukan pada penelitian yang lebih baru (Aniswita dkk., 2024; Palacios Briseño & Hernández Garciadiego, 2024; Spagnolo dkk., 2024). Oleh karena itu, lebih banyaknya respons kosong pada tugas visual dalam penelitian ini sebaiknya dipahami sebagai indikasi adanya tuntutan interpretatif dan koordinasi representasional yang berbeda, bukan sebagai bukti bahwa representasi visual secara umum lebih sulit daripada representasi aljabar

Pola miskonsepsi yang muncul dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kesulitan mahasiswa tidak hanya terletak pada prosedur, tetapi juga pada cara mereka menetapkan kriteria konseptual untuk menilai kekontinuan dan keterdiferensialan. Beberapa respons memperlihatkan kecenderungan menggunakan kehalusan grafik sebagai indikator langsung keterdiferensialan, sementara ketidakhalusan grafik juga digunakan sebagai alasan untuk menyimpulkan bahwa suatu fungsi tidak kontinu. Pola lain menunjukkan

penggunaan limit kiri dan kanan sebagai dasar keputusan tanpa membedakan secara tegas syarat kekontinuan dan syarat keterdiferensialan. Temuan ini memperlihatkan adanya pencampuran antara informasi visual, prosedural, dan definisional. Kesulitan semacam ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa terhadap turunan dan kekontinuan dapat terfragmentasi ketika gambaran intuitif tidak terkoordinasi dengan definisi formal (Arsyad dkk., 2026; Tall & Vinner, 1981). Dengan demikian, fleksibilitas representasional dalam konteks ini tidak cukup dipahami sebagai kemampuan berpindah bentuk representasi, tetapi juga sebagai kemampuan menjaga ketepatan makna ketika informasi visual dan simbolik harus dikoordinasikan.

Implikasi pedagogis dari temuan ini adalah perlunya aktivitas pembelajaran yang secara sengaja mempertemukan representasi aljabar dan visual dalam satu rangkaian penalaran. Mahasiswa tidak cukup hanya diminta menentukan apakah suatu fungsi kontinu atau terdiferensial, tetapi juga perlu menjelaskan alasan formal dari keputusan tersebut melalui lebih dari satu bentuk representasi. Misalnya, dosen dapat menggunakan pasangan fungsi potongan dan grafik yang merepresentasikan kondisi yang sama, meminta mahasiswa menentukan titik kontinu tetapi tidak terdiferensial, atau meminta mereka menuliskan kondisi simbolik yang sesuai dengan karakteristik suatu grafik. Aktivitas membandingkan contoh dan noncontoh juga dapat digunakan untuk menantang keyakinan bahwa grafik yang tampak halus selalu terdiferensial atau bahwa grafik yang memiliki sudut tajam pasti tidak kontinu. Pendekatan seperti ini dapat membantu mahasiswa mengoordinasikan informasi geometris dan simbolik secara lebih eksplisit serta mengurangi ketergantungan pada satu jenis representasi saja (Fonger, 2019).

Data wawancara memperjelas bentuk ketidakterhubungan tersebut. Pola Penalaran visual intuitif dan Penalaran Formal–Perseptual menunjukkan bahwa sebagian mahasiswa menggunakan ciri tampilan grafik sebagai dasar keputusan tanpa selalu memeriksa syarat formal. Pola ini konsisten dengan temuan bahwa translasi antarrepresentasi dapat menghasilkan kesalahan ketika makna simbolik tidak dipertahankan dalam bentuk grafis (Nizaruddin dkk., 2020; Nurrahmawati dkk., 2021). Kemampuan visual memang dapat mendukung pembentukan representasi konseptual, tetapi manfaatnya bergantung pada kemampuan menghubungkan ciri visual dengan struktur matematis yang relevan (Rif'at, 2018; Rif'at dkk., 2024).

Temuan tersebut menegaskan pentingnya fleksibilitas representasional dalam pemahaman konsep. Perbedaan distribusi respons antara tugas aljabar dan visual menunjukkan bahwa keberhasilan mahasiswa dalam memahami kekontinuan dan keterdiferensialan dapat bergantung pada bentuk representasi yang digunakan. Namun, karena tugas aljabar dan visual tidak dirancang sebagai pasangan butir yang ekuivalen, temuan ini tidak dimaknai sebagai bukti perubahan kemampuan individual atau transfer langsung antarrepresentasi. Sebaliknya, hasil penelitian dibatasi pada bukti deskriptif mengenai perbedaan respons mahasiswa ketika konsep disajikan dalam bentuk aljabar dan visual. Kerangka representational fluency menekankan bahwa pemahaman yang bermakna mencakup kemampuan membuat, menafsirkan, dan menghubungkan representasi (Fonger, 2019), sedangkan kajian mathematical flexibility menekankan perlunya keluwesan dalam memilih dan mengoordinasikan bentuk representasi yang sesuai (Hong dkk., 2023). Secara pedagogis, pembelajaran kalkulus perlu memberi ruang bagi aktivitas konversi dan justifikasi antarrepresentasi. Mahasiswa dapat diminta menjelaskan alasan formal di balik ciri grafik, menggambar grafik dari fungsi potongan, atau menuliskan kondisi simbolik yang sesuai dengan grafik tertentu. Aktivitas seperti ini dapat mengurangi ketergantungan pada prosedur atau persepsi visual semata dan mendorong mahasiswa memeriksa kesesuaian makna pada dua bentuk representasi. Implikasi ini sejalan dengan kajian yang menekankan pentingnya menghubungkan analisis turunan dengan sketsa grafik (García-García & Dolores-Flores, 2021; Rodríguez-Nieto dkk., 2023).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa mahasiswa memberikan pola respons yang berbeda ketika konsep kekontinuan dan keterdiferensialan disajikan dalam representasi aljabar dan visual. Proporsi jawaban benar lebih tinggi pada tugas aljabar, sedangkan respons kosong lebih banyak muncul pada tugas visual. Data wawancara menunjukkan bahwa sebagian mahasiswa masih mengandalkan prosedur simbolik atau ciri visual tertentu tanpa selalu menghubungkannya dengan kondisi formal konsep. Miskonsepsi yang menonjol berkaitan dengan penggunaan kehalusan grafik sebagai dasar keterdiferensialan serta pencampuran makna kekontinuan dan keterdiferensialan. Temuan ini menunjukkan bahwa kesulitan mahasiswa tidak hanya berkaitan dengan penguasaan prosedur, tetapi juga dengan cara menghubungkan makna pada representasi aljabar dan visual. Karena penelitian dilakukan pada satu program studi, menggunakan tugas aljabar dan visual yang tidak dikalibrasi sebagai pasangan butir ekuivalen, serta menggunakan wawancara pada sebagian partisipan yang dipilih secara purposif, temuan ini perlu dipahami secara kontekstual dan deskriptif. Pembelajaran kalkulus karena itu perlu memberikan lebih banyak aktivitas yang menuntut mahasiswa mengonversi, membandingkan, dan menjustifikasi representasi simbolik dan visual secara eksplisit. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan pasangan tugas yang ekuivalen, dokumentasi sampel kualitatif yang lebih sistematis, lebih dari satu pengode, serta cakupan partisipan yang lebih luas untuk menguji fleksibilitas representasional secara lebih kuat.

DAFTAR PUSTAKA

Acevedo Nistal, A., Dooren, W., Clarebout, G., Elen, J., & Verschaffel, L. (2009). Conceptualising, investigating and stimulating representational flexibility in mathematical problem solving and learning: A critical review. *ZDM*, *41*(5), 627–636. https://doi.org/10.1007/s11858-009-0189-1

Ahmad Bakri, S. R., Chin Ying, L., Chee Khium, C., Moi Hua, T., & Siew Ching, L. (2021). Bridging the Gap Between the Derivatives And Graph Sketching in Calculus. *Asian Journal of University Education*, *16*(4), 121. https://doi.org/10.24191/ajue.v16i4.11962

Aniswita, A., Sepriyanti, N., & Medika, G. H. (2024). Unravelling undergraduate mathematics students' understanding of derivatives. *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*, 262–272. https://doi.org/10.23917/jramathedu.v9i4.11267

Arsyad, N., Ikram, M., Alimuddin, F., Nisa, K., Sosa-Moguel, L., & Garcia-Garcia, J. (2026). Tracing students understanding and misconceptions of continuity and differentiability through multi representations of mathematical problem. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, *17*(1), 17–37. https://doi.org/10.24042/ajpm.v17i1.29062

Asiala, M., Cottrill, J., Dubinsky, E., & Schwingendorf, K. E. (1997). The development of students' graphical understanding of the derivative. *The Journal of Mathematical Behavior*, *16*(4), 399–431. https://doi.org/10.1016/S0732-3123(97)90015-8

Djannah, M., Setyaningsih, N., Kholid, M. N., & Reotutar, M. A. C. (2024). Defragmentation of Students' Conceptual Understanding in Solving Non-Routine Mathematics Problems. *Jurnal Didaktik Matematika*, *11*(2), 287–301. https://doi.org/10.24815/jdm.v11i2.38383

Duru, A., Koklu, O., & Jakubowski, E. (2010). Pre-service mathematics teachers' conceptions about the relationship between continuity and differentiability of a function. *Scientific Research and Essays*, *5*(12), 1519–1529.

Fonger, N. L. (2019). Meaningfulness in representational fluency: An analytic lens for students' creations, interpretations, and connections. *The Journal of Mathematical Behavior*, *54*, 100678. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2018.10.003

García-García, J., & Dolores-Flores, C. (2021). Pre-university students' mathematical connections when sketching the graph of derivative and antiderivative functions. *Mathematics Education Research Journal*, *33*(1), 1–22. https://doi.org/10.1007/s13394-019-00286-x

Hickendorff, M., McMullen, J., & Verschaffel, L. (2022). Mathematical flexibility: Theoretical, methodological, and educational considerations. *Journal of Numerical Cognition*, *8*(3), 326–334. https://doi.org/10.5964/jnc.10085

Hong, W., Star, J. R., Liu, R.-D., Jiang, R., & Fu, X. (2023). A Systematic Review of Mathematical Flexibility: Concepts, Measurements, and Related Research. *Educational Psychology Review*, *35*(4), 104. https://doi.org/10.1007/s10648-023-09825-2

Ikram, M., & Muzaini, M. (2022). Analysis of the meaning of continuity and differentiation: A study on graph problems. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, *9*(1). https://doi.org/10.21831/jrpm.v9i1.48609

Khotimah, Lestari, I., Agus, R. N., Oktaviyanthi, R., Putri, S. P., & Ünver, S. K. (2026). Improving university students' geometrical understanding of derivatives through graphic visualization. *Jurnal Elemen*, *12*(1), 263–276. https://doi.org/10.29408/jel.v12i1.33325

Mainali, B. (2020). Representation in Teaching and Learning Mathematics. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *9*(1), 1–21. https://doi.org/10.46328/ijemst.1111

Muzangwa, J., & Ogbonnaya, U. I. (2022). Undergraduate Mathematics Education Students' Visual Representations of Multivariable Functions. *Edumatica : Jurnal Pendidikan Matematika*, *12*(03), 212–221. https://doi.org/10.22437/edumatica.v12i03.15712

Nasrun, N., & Ikram, M. (2023). ANALYZING STUDENTS' CONSTRUCTION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CONTINUITY AND DIFFERENTIABILITY. *Lentera Pendidikan : Jurnal Ilmu Tarbiyah dan Keguruan*, *26*(2), 354–369. https://doi.org/10.24252/lp.2023v26n2i10

Nizaruddin, N., Waluyo, St. B., Rochmad, R., & Isnarto, I. (2020). Profile of Student's Mathematical Representation Translation on the Verbal Problem. *Universal Journal of Educational Research*, *8*(12B), 8178–8185. https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082621

Nurrahmawati, N., Sa'dijah, C., Sudirman, S., & Muksar, M. (2021). Assessing students' errors in mathematical translation: From symbolic to verbal and graphic representations. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, *10*(1), 115. https://doi.org/10.11591/ijere.v10i1.20819

Ozaltun-Celik, A. (2021). A calculus student's understanding of graphical approach to the derivative through quantitative reasoning. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, *9*(1). https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.1.1663

Palacios Briseño, J. A., & Hernández Garciadiego, C. (2024). Caracterización del conocimiento de estudiantes universitarios al relacionar una función con su función derivada desde un enfoque gráfico. *PädiUAQ*, *7*(14), 1–20. https://doi.org/10.61820/puaq.v7i14.1179

Putra, I. S., Masriyah, & Sulaiman, R. (2018). Students' Translation Ability of Mathematical Representations (Symbolic and Visual) Based on Their Learning Styles. *Journal of Physics: Conference Series*, *1108*, 012079. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1108/1/012079

Rif'at, M. (2018). The Exploring of Visual Imagery: In their Relation to the Students' Mathematical Identity. *Higher Education Research*, *3*(5), 75. https://doi.org/10.11648/j.her.20180305.11

Rif'at, M., Sudiansyah, S., & Imama, K. (2024). Role of visual abilities in mathematics learning: An analysis of conceptual representation. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, *15*(1), 87–97. https://doi.org/10.24042/ajpm.v15i1.22406

Rodríguez-Nieto, C. A., Rodríguez-Vásquez, F. M., & Moll, V. F. (2023). Combined use of the extended theory of connections and the onto-semiotic approach to analyze mathematical connections by relating the graphs of f and f'. *Educational Studies in Mathematics*, *114*(1), 63–88. https://doi.org/10.1007/s10649-023-10246-9

Spagnolo, C., Casalvieri, C., & Gambini, A. (2024). Different Processes for Graphical Recognition of Derivative of a Function: An Eye-Tracker Analysis. Dalam X.-S. Yang, S. Sherratt, N. Dey, & A. Joshi (Ed.), *Proceedings of Ninth International Congress on Information and Communication Technology* (Vol. 1000, hlm. 551–559). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-3289-0_44

Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, *12*(2), 151–169. https://doi.org/10.1007/BF00305619

Ubuz, B. (2007). Interpreting a graph and constructing its derivative graph: Stability and change in students' conceptions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *38*(5), 609–637. https://doi.org/10.1080/00207390701359313

Ünal, Z. E., Ala, A. M., Kartal, G., Özel, S., & Geary, D. C. (2023). Visual and symbolic representations as components of algebraic reasoning. *Journal of Numerical Cognition*, *9*(2), 327–345. https://doi.org/10.5964/jnc.11151

Utami, N. A., Sa'dijah, C., & Chandra, T. D. (2024). *Students' abilities in mathematical representation to solve mathematics problems*. 050012. https://doi.org/10.1063/5.0215805

Wibawa, K. A. (2019). Fragmentation of the Thinking Structure of Translation in Solving Mathematical Modelling Problems. *Southeast Asian Mathematics Education Journal*, *9*(1), 25–36. https://doi.org/10.46517/seamej.v9i1.71